PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : F28D 7/02, F28F 9/00 — A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 97/03332**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. Januar 1997 (30.01.97)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/01205

(22) Internationales Anmeldedatum: 5. Juli 1996 (05.07.96)

(30) Prioritätsdaten:
195 25 364.7 12. Juli 1995 (12.07.95) DE
195 46 489.3 13. December 1995 (13.12.95) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE). VIESSMANN WERKE GMBH & CO. [DE/DE]; Industriestrasse, D-35108 Allendorf (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: HECKT, Roman [DE/DE]; Theaterstrasse 43, D-52062 Aachen (DE). THOMAS, Bernd [DE/DE]; Passstrasse 64, D-52070 Aachen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

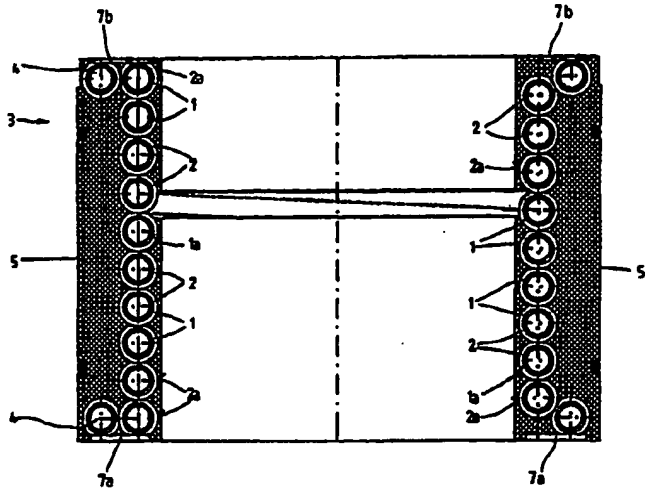
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: HEAT EXCHANGER AND A PROCESS FOR MANUFACTURING A HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: WÄRMEÜBERTRAGER UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WÄRMEÜBERTRAGERS

(57) Abstract

The invention pertains to a heat-exchanger intended in particular for use in heat-generating and cooling machines which use the regenerative gas cycle process with separation of the heat exchange mediums. A pipe (1) with ribs (2) to increase the heat-exchange surface area serves as the flow channel for the heat-absorbing or heat-releasing, preferably liquid, heat carrying medium. The invention also pertains to a process for manufacturing a heat exchanger of this type. In order to produce a heat exchanger which is compact in volume and has a very small hydraulic diameter for the heat-releasing medium, the ribs (2) on the outer side surface (1a) of the pipe (1) are provided on their top parts (2a) with an impermeable and thermally insulating covering (5), and at least one flow channel is provided between the covering (5) and the outer side surface (1a) of the pipe (1) for the second heat-exchange medium which is formed preferably by a process gas.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere für nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschinen, mit Trennung der an der Wärmeübertragung teilnehmenden Medien, bei dem ein mit die Wärmeübertragungsfläche vergrößernden Ripper (2) versehenes Rohr (1) als Strömungskanal für das wärmeaufnehmende bzw. wärmeabgebende, vorzugsweise flüssige Wärmeträgermedium dient. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Wärmeübertragers. Um einen Wärmeübertrager mit einem geringen Bauvolumen und einem sehr kleinen hydraulischen Durchmesser für das wärmeabgebende Medium zu schaffen, sind die auf der äußeren Mantelfläche (1a) des Rohres (1) angeordneten Rippen (2) auf ihren Rippenköpfen (2a) mit einer undurchlässigen und thermisch isolierenden Umhüllung (5) versehen und ist zwischen der Umhüllung (5) und der Mantelfläche (1a) des Rohres (1) mindestens ein Strömungskanal für das am Wärmeaustausch beteiligte, vorzugsweise durch ein Prozeßgas gebildete zweite Medium ausgebildet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Wärmeübertrager und Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertragers

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere für nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschinen, mit Trennung der an der Wärmeübertragung teilnehmenden Medien, wobei ein mit die Wärmeübertragungsfläche vergrößernden Rippen versehenes Rohr als Strömungskanal für ein wärmeaufnehmendes bzw. wärmeabgebendes, vorzugsweise flüssiges Medium dient. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Wärmeübertragers.

Nach dem Stirling- oder Vuilleumier-Kreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschinen sind seit langer Zeit bekannt, beispielsweise aus der GB-PS 136 195. Sie haben jedoch trotz der unbestreitbaren Vorteile der regenerativen Gaskreisprozesse keinen Eingang in die Praxis gefunden, hauptsächlich wegen konstruktiver Schwierigkeiten, die die Realisation der theoretischen Vorteile derartiger Maschinen in der Praxis bisher verhinderten. Bei der Auslegung der Wärmeübertrager für nach diesen Gaskreisprozessen arbeitenden Maschinen ist zu berücksichtigen, daß sie den hohen Druckdifferenzen von beispielsweise 120 bar auf Seiten des wärmeabgebenden Arbeitsmediums und etwa 2,5 bar auf Seiten des wärmeaufnehmenden Mediums standhalten müssen. Bei den bisher bekannten nach dem Vuilleumier-Kreisprozeß arbeitenden Maschinen kommen hauptsächlich Rohrbündelwärmeübertrager zum Einsatz, die aus einer großen Anzahl von längs angeordneten feinen Rohren bestehen, durch die das Arbeitsmedium strömt. Diese bekannten Wärmeübertrager haben den Nachteil, daß sie einerseits ein großes Bauvolumen einnehmen und andererseits das arbeitsmediumseitige Totvolumen sehr groß ist, was der Steigerung des

Wirkungsgrades einer nach dem Vuilleumier-Kreisprozeß arbeitenden Maschine entgegenwirkt.

Der Erfindung liegt die A u f g a b e zugrunde, einen insbesondere für nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschinen geeigneten Wärmeübertrager mit einem geringen Bauvolumen sowie einem sehr kleinen hydraulischen Durchmesser für das wärmeabgebende bzw. wärmeaufnehmende Arbeitsmedium zu schaffen, der darüber hinaus den hohen Druckdifferenzen zwischen dem Hochdruck- und dem Normaldruck-Medium standhält und auch für andere Einsatzzwecke geeignet sein soll.

Der erfindungsgemäße Wärmeübertrager ist dadurch gekennzeichnet, daß die auf der äußeren Mantelfläche angeordneten Rippen auf ihren Rippenköpfen mit einer undurchlässigen und thermisch isolierenden Umhüllung versehen sind und daß zwischen der Umhüllung und der Mantelfläche des Rohres mindestens ein Strömungskanal für das am Wärmeaustausch beteiligte, vorzugsweise durch ein Prozeßgas gebildete zweite Medium ausgebildet ist.

Diese erfindungsgemäße Ausbildung ergibt einen Wärmeübertrager, der einerseits mit einem geringen Bauvolumen hergestellt werden kann und andererseits ein sehr geringes arbeitsmediumseitiges Totvolumen aufweist, da die Rippenkanäle mit einer minimalen Breite von etwa 0,35 mm und einer minimalen Höhe von etwa 0,9 mm ausgebildet sein können. Solche geringen hydraulischen Durchmesser können insbesondere verwendet werden, wenn es sich bei dem Arbeitsmedium um ein Prozeßgas handelt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das berippte Rohr wendelförmig ein- oder mehrgängig aufgewickelt. Die den Strömungskanal für das Arbeitsmedium bildende Umhüllung umgibt bei dieser Ausführungsform die gesamte ein- oder mehrgängige Wendel. Durch die wendelförmige Aufwicklung des Rohres wird eine besonders kompakte Bauform mit einem hohen Wirkungsgrad erzielt.

Bei einer weiteren Ausgestaltung nach der Erfindung ist die aus dem aufgewickelten Rohr bestehende Wendel mehrreihig ausgebildet. Durch diese in radialer Richtung gesehene Parallelschaltung mehrerer Wärmeübertrager

kann bei kompakter Bauweise die Leistung des Wärmeübertragers gesteigert werden. Eine weitere Möglichkeit zur Steigerung des Wirkungsgrades eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers besteht darin, daß bei einem mehrgängig gewendelten Wärmeübertrager der von dem Rohr gebildete Strömungskanal für das wärmeaufnehmende bzw. wärmeabgebende Medium in mehrere einzelne Kanäle mit separatem Zu- und Ablauf unterteilt ist. Beim Einsatz eines wärmeaufnahmenden Mediums wird durch dieses Einleiten eines neuen wärmeaufnehmenden Mediums und Ableiten des bereits erwärmten Mediums eine erhebliche Verbesserung der Wärmeübertragung ohne Erhöhung des arbeitsmediumseitigen Totvolumens und ohne wesentliche Veränderung des Bauvolumens des gesamten Wärmeübertragers erreicht.

Um zu vermeiden, daß die Rippen an den Kontaktstellen zweier auf- und/oder aneinanderliegender Wendelgänge ineinandergreifen, sind gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Rippen zumindest eines Wendelganges an diesen Kontaktstellen etwa in Höhe ihrer halben radialen Erstreckung rechtwinklig umgebogen.

Eine kompakte Bauform mit geringen Wandstärken, die der hohen Druckdifferenz zwischen wärmeabgebendem und wärmeaufnehmendem Medium standhält, kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung dadurch erreicht werden, daß das Rohr zylindrisch ausgebildet ist.

Die Umhüllung zur Abdichtung des Rippenkanals und zur Ausbildung des arbeitsmediumseitigen Strömungskanals besteht bei einer Ausführungsform der Erfindung aus einer Folie, vorzugsweise einer Aufblas- oder Schrumpffolie. Gemäß einer alternativen Ausführungsform besteht die Umhüllung aus einem aushärtenden, gießfähigen Material, wie beispielsweise Kunststoff oder Harz. Die Viskosität der zu vergießenden Materialien ist dabei so zu wählen, daß sie einerseits niedrig genug ist, um vor dem Erstarren den gesamten Wärmeübertrager gründlich zu umschließen, und andererseits hoch genug ist, damit dieses Material nicht in den Rippenkanal eindringt und somit den Strömungskanal für das Arbeitsmedium verschließt.

Weiterhin kann die Umhüllung dadurch hergestellt werden, daß die Zwischenräume zwischen den Rippen des Rippenrohres vor dem Umgießen mit

dem aushärtenden Material mit Wachs gefüllt werden, um ein Eindringen des Gußmaterials in die Zwischenräume zu verhindern. Im Anschluß an den Gußvorgang wird das Wachs in einem Ausschmelzverfahren aus den Strömungskanälen ausgetrieben.

Um einen möglichst geringen Wärmeübergangswiderstand zwischen den beiden Medien zu erhalten, bestehen das Rohr und die Rippen aus einem Material mit einem hohen Wärmeleitungskoeffizienten.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers ist dadurch gekennzeichnet, daß die auf der äußeren Mantelfläche des Rohres angeordneten Rippen auf ihren Rippenköpfen so mit einer undurchlässigen und thermisch isolierenden Umhüllung versehen werden, daß zwischen der Umhüllung und der Mantelfläche des Rohres mindestens ein Strömungskanal für das am Wärmeaustausch beteiligte, vorzugsweise durch ein Prozeßgas gebildete Medium gebildet wird.

Durch dieses erfindungsgemäße Herstellungsverfahren wird ein besonders kompakter Wärmeübertrager mit einem sehr geringen arbeitsmediumseitigen Totvolumen erhalten, was deutlich zur Erhöhung des Wirkungsgrades des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers beiträgt.

Weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnungen, in denen ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers schematisch dargestellt ist. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen zu einer eingängigen Wendel aufgewickelten Wärmeübertrager ohne Umhüllung;

Fig. 2 einen Längsschnitt durch den Wärmeübertrager gemäß Fig. 1, jedoch mit Umhüllung und

Fig. 3 eine vergrößerte Detailansicht gemäß III. in Fig. 1.

Der in der Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels dargestellte Wärmeübertrager ist zum Einsatz in einer nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitenden Wärme- und Kältemaschine bestimmt, bei der die an der Wärmeübertragung teilnehmenden Medien voneinander getrennt sind. Der Wärmeübertrager umfaßt ein Rohr 1, das auf seiner äußeren Mantelfläche 1a mit Rippen 2 zum Vergrößern der Wärmeübertragungsfläche versehen ist.

Bei dem in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Rohr 1 zur Bildung des Wärmeübertragers eingängig zu einer Wendel 3 aufgewickelt. Das zylindrisch ausgebildete Rohr 1 des Wärmeübertragers dient als Strömungskanal für das wärmeaufnehmende bzw. wärmeabgebende, vorzugsweise flüssige Medium, welches über Zu- und Ablaufstutzen 4 in das Rohr 1 eingeleitet bzw. aus diesem herausgeleitet wird.

Zur Ausbildung des Strömungskanals für das wärmeabgebende bzw. wärmeaufnehmende, vorzugsweise durch ein Prozeßgas gebildete Medium wird die Wendel 3, wie aus Fig. 2 ersichtlich, mit einer Umhüllung 5 umgeben, die einen Rippenkanal 6 so abdichtet, daß dieser entlang der äußeren Mantelfläche 1a des Rohres 1 verlaufend einen Strömungskanal für das wärmeabgebende bzw. wärmeaufnehmende Medium bildet. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Umhüllung 5 aus einem aushärtenden Material, welches um die Wendel 3 gegossen wurde und an Rippenköpfen 2a anliegt. Die Viskosität dieses vorzugsweise aus Kunststoff oder Harz bestehenden, gießfähigen Materials muß dabei so gewählt werden, daß einerseits die gesamte Wendel 3 vor dem Aushärten des Materials gleichmäßig mit der Umhüllung 5 umgeben ist, andererseits aber die Viskosität hoch genug ist, damit die Umhüllung 5 nicht in den Rippenkanal 6 eindringt, was zu einem Verstopfen des Strömungskanals führen würde.

Insbesondere bei einem Hochdruck-Prozeßgas als wärmeabgebendes bzw. wärmeaufnehmendes Prozeßmedium erfolgt der Strömungsverlauf nicht entlang dem gesamten Rippenkanal 6 und somit entlang der gesamten Mantelfläche des wendelförmig aufgewickelten Rohres 1. Das über einen ringförmig ausgebildeten Zulauf 7a und Ablauf 7b zu- bzw. abströmende Medium strömt auf dem - aus Fig. 2 ersichtlichen - kürzesten Weg vom Zulauf 7a zum Ablauf 7b, nämlich in der dargestellten Zeichenebene senkrecht

entlang den aufeinanderliegenden Rohren 1, wobei das Prozeßmedium einen jeden Rohrabschnitt etwa entlang seinem halben Umfang umströmt.

Fig. 3 zeigt eine vergrößerte Detailansicht aus dem Bereich zweier aufeinander aufliegender Wendelgänge der Wendel 3. Um beim Aufwickeln des berippten Rohres 1 zur Bildung der Wendel 3 zu vermeiden, daß die Rippen 2 an Kontaktstellen 8 ineinander greifen, sind die Rippen 2 eines Wendelganges im Bereich der Kontaktstellen etwa in Höhe ihrer halben radialen Erstreckung rechtwinklig umgebogen, so daß die Rippen 2 des nächsten Wendelganges auf der Abwinklung der unteren Rippe 2 aufliegen. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, sind die Kontaktstellen 8 zwischen den aufeinander aufliegenden Rippen 2 noch durchlässig für das durch den Rippenkanal 6 strömende Medium.

Neben der dargestellten einreihigen Ausführungsform des als Wendel 3 ausgebildeten Wärmeübertragers kann der Wärmeübertrager auch mehrreihig, beispielsweise durch koaxiales Anordnen mehrerer Wendel 3 ausgebildet sein.

Ein wie voranstehend dargelegt ausgebildeter Wärmeübertrager zeichnet sich dadurch aus, daß er einerseits ein kompaktes Bauvolumen aufweist und andererseits das arbeitsmediumseitige Totvolumen sehr gering ist, da die Rippenkanäle 6 mit einer minimalen Breite von etwa 0,35 mm und einer minimalen Höhe von etwa 0,9 mm gefertigt werden können. Darüber hinaus ist der Kostenaufwand für die Herstellung eines solchen Wärmeübertragers gering, da der Hauptbestandteil des Wärmeübertragers, nämlich das mit einer Rippe 2 versehene Rohr 1 als Standardbestandteil vieler Wärmeübertrager kein Sonderbauteil darstellt. Auch das Umgeben der Wendel 3 mit der Umhüllung 5, beispielsweise durch Umgießen mit einem Kunststoff oder Harz ist kostengünstig zu bewerkstelligen, da als zusätzliche Bauteile nur eine innere und eine äußere Form (nicht dargestellt) notwendig sind, die das Material bis zu seiner Erstarrung fixieren. Die Herstellung eines solchen Wärmeübertragers ist somit technisch gut beherrschbar und bei einer Serienfertigung kostengünstig möglich.

Bezugszeichenliste

1	Rohr
1a	äußere Mantelfläche
2	Rippe
2a	Rippenkopf
3	Wendel
4	Zu-/Ablaufstutzen
5	Umhüllung
6	Rippenkanal
7a	Zulauf
7b	Zulauf
8	Kontaktstelle

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager, insbesondere für nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschinen, mit Trennung der an der Wärmeübertragung teilnehmenden Medien, wobei ein mit die Wärmeübertragungsfläche vergrößernden Rippen versehenes Rohr als Strömungskanal für das wärmeaufnehmende bzw. wärmeabgebende, vorzugsweise flüssige Wärmeträgermedium dient,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die auf der äußeren Mantelfläche (1a) des Rohres (1) angeordneten Rippen (2) auf ihren Rippenköpfen (2a) mit einer undurchlässigen und thermisch isolierenden Umhüllung (5) versehen sind und daß zwischen der Umhüllung (5) und der Mantelfläche (1a) des Rohres (1) mindestens ein Strömungskanal für das am Wärmeaustausch beteiligte, vorzugsweise durch ein Prozeßgas gebildete zweite Medium ausgebildet ist.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das berippte Rohr (1) wendelförmig ein- oder mehrgängig aufgewickelt ist und die Umhüllung (5) die gesamte ein- oder mehrgängige Wendel (3) umgibt.

3. Wärmeübertrager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem aufgewickelten Rohr (1) bestehende Wendel (3) mehrreihig ausgebildet ist.

4. Wärmeübertrager nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das den Strömungskanal für das wärmeaufnehmende Medium bildende Rohr (1) in axialer Richtung mit mehreren separaten Zu- und Ablaufstutzen (4) versehen ist.

5. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (2) zumindest eines Wendelganges an Kontaktstellen (8) zweier auf- und/oder aneinander liegender Wendelgänge etwa in Höhe ihrer halben radialen Erstreckung rechtwinklig umgebogen sind.

6. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (1) zylindrisch ausgebildet ist.

7. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Umhüllung (5) aus einer Folie, vorzugsweise einer Aufblas- oder Schrumpffolie besteht.

8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Umhüllung (5) aus einem aushärtenden, gießfähigen Material, vorzugsweise Kunststoff oder Harz besteht.

9. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (1) und die Rippen (2) aus einem Material mit einem hohen Wärmeleitungskoeffizienten bestehen.

10. Verfahren zur Herstellung eines Wärmeübertragers, insbesondere eines Wärmeübertragers für nach einem regenerativen Gaskreisprozeß arbeitende Wärme- und Kältemaschinen mit Trennung der an der Wärmeübertragung teilnehmenden Medien, wobei ein mit die Wärmeübertragungsfläche vergößernden Rippen versehenes Rohr als Strömungskanal für das wärmeaufnehmende bzw. wärmeabgebende, vorzugsweise flüssige Wärmeträgermedium dient,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die auf der äußeren Mantelfläche (1a) des Rohres (1) angeordneten Rippen (2) auf ihren Rippenköpfen (2a) so mit einer undurchlässigen und thermisch isolierenden Umhüllung (5) versehen werden, daß zwischen der Umhüllung (5) und der Mantelfläche (1a) des Rohres (1) mindestens ein Strömungskanal für das am Wärmeaustausch beteiligte, vorzugsweise durch ein Prozeßgas gebildete zweite Medium gebildet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das berippte Rohr (1) wendelförmig ein- oder mehrgängig aufgewickelt und die Umhüllung (5) um die gesamte ein- oder mehrgängige Wendel (3) angeordnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem berippten Rohr (1) gebildete Wendel (3) mehrreihig ausgebildet wird.

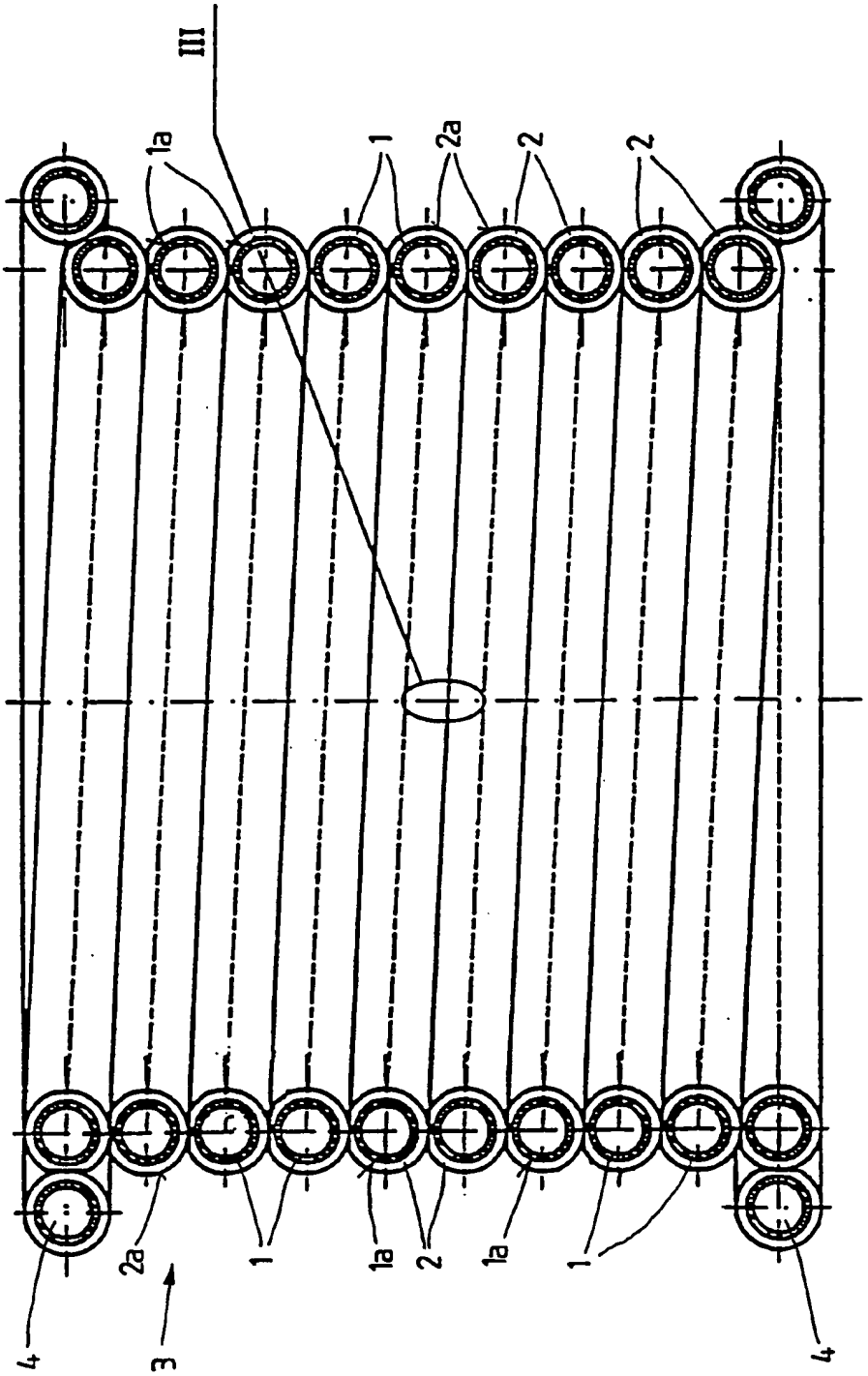
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (2) zumindest eines Wendelganges an Kontaktstellen (8) zweier auf- und/oder aneinander liegender Wendelgänge etwa in Höhe ihrer halben radialen Erstreckung rechtwinklig umgebogen werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung der Umhüllung (5) eine Folie, vorzugsweise eine Aufblas- oder Schrumpffolie verwendet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung der Umhüllung (5) das berippte Rohr (1) mit einem aushärtenden Material, vorzugsweise einem Kunststoff oder Harz umgossen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenräume zwischen den Rippen (2) des Rohres (1) vor dem Umgießen mit dem aushärtenden Material mit Wachs gefüllt werden, um ein Eindringen des Gußmaterials in die Zwischenräume zu verhindern, und das Wachs anschließend durch Aufschmelzen entfernt wird.

Fig.1



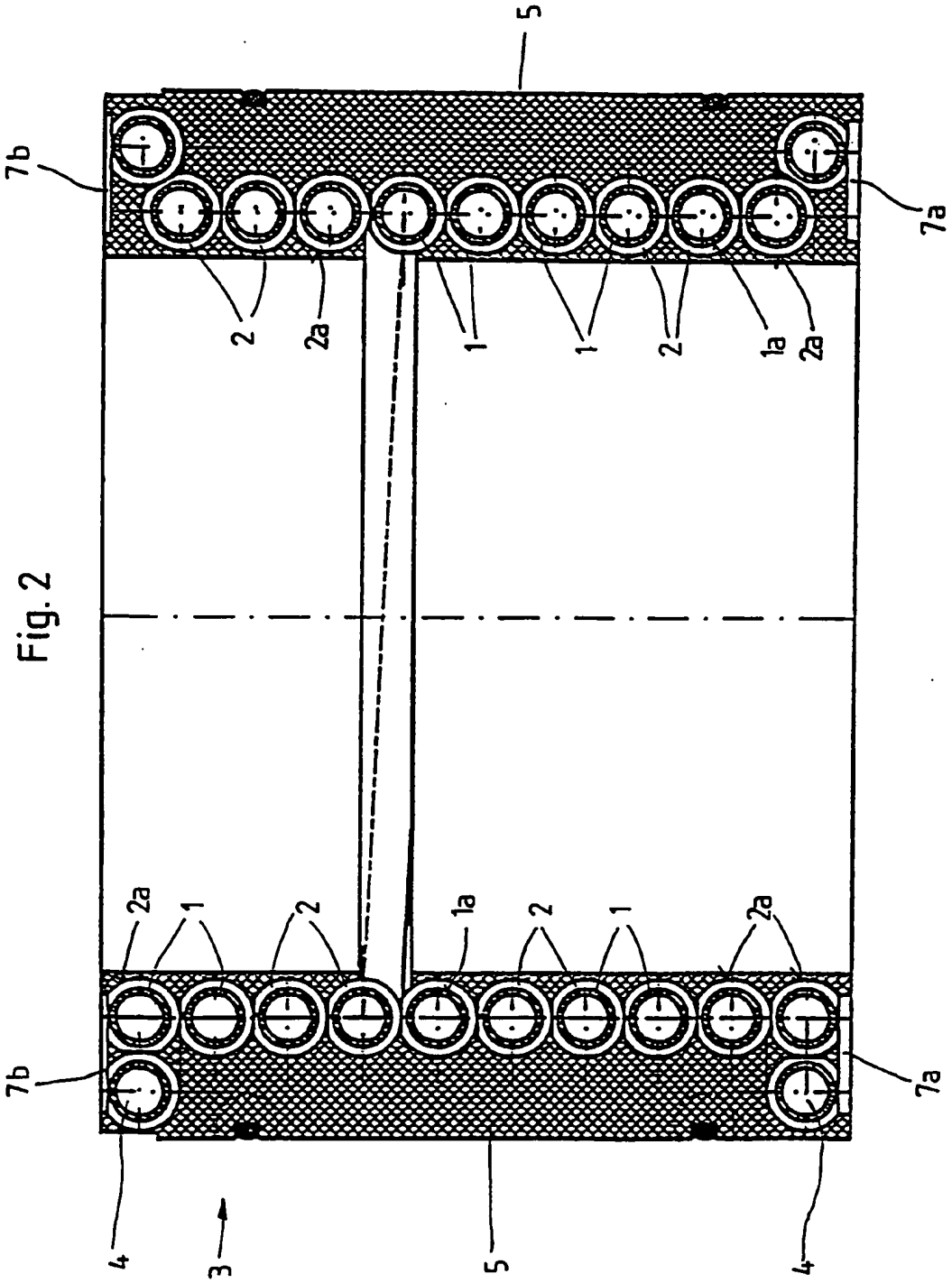
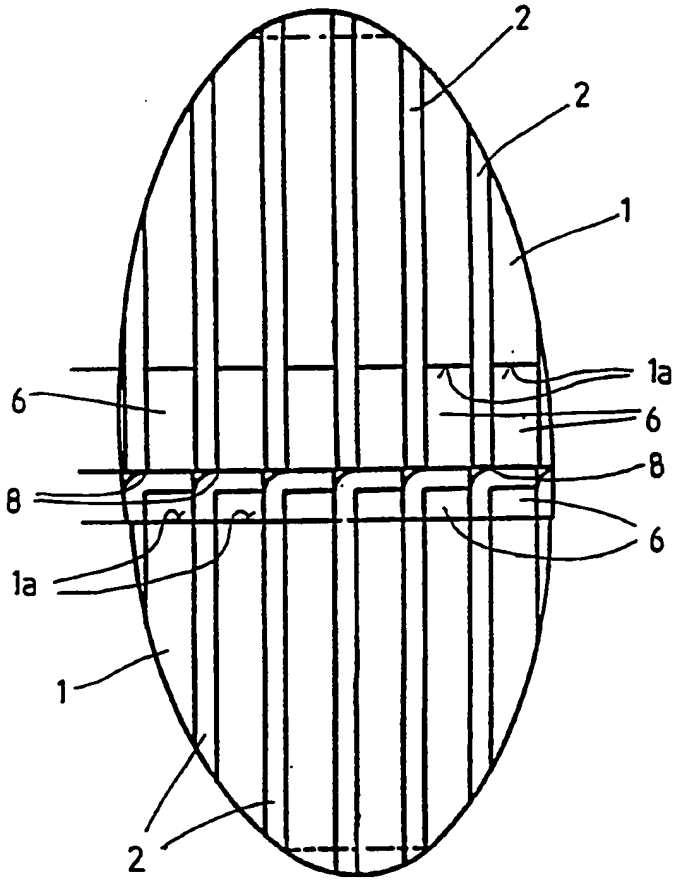


Fig. 2

Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte onal Application No
PCT/DE 96/01205

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F28D7/02 F28F9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 F28D F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP,A,0 411 404 (WIELAND-WERKE AG) 6 February 1991 see abstract; figure 1 ---	1,6,7,9, 10,14
X	US,A,3 643 733 (HALL ET AL) 22 February 1972 see column 4, line 39 - column 5, line 45; figure 3 ---	1,6,7,9, 10,14
X	US,A,4 349 950 (BOWDEN) 21 September 1982 see column 5, line 67 - column 8, line 67; figures 1-5	1,2,6, 10,11
Y	---	5,13
Y	FR,A,2 558 945 (HEHL) 2 August 1985 see page 8, line 21 - page 10, line 30; figures 3,4 ---	5,13
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
8 October 1996	11 10. 96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer Beltzung, F

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte nal Application No
PCT/DE 96/01205

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB,A,1 166 941 (HYMATIC ENGINEERING CO LTD) 15 October 1969 see page 1, line 61 - page 2, line 16; figure 1	1,7
A	EP,A,0 513 705 (LINDER) 19 November 1992 see column 3, line 55 - column 4, line 30; figure 1	1,8

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte nal Application No
PCT/DE 96/01205

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-411404	06-02-91	DE-A- 3925704	21-02-91
US-A-3643733	22-02-72	NONE	
US-A-4349950	21-09-82	US-A- 4321963	30-03-82
FR-A-2558945	02-08-85	DE-A- 3403429	08-08-85
		AT-B- 391443	10-10-90
		CA-A- 1246051	06-12-88
		CH-A- 666342	15-07-88
		GB-A,B 2155166	18-09-85
		HK-A- 96292	11-12-92
		JP-C- 1666884	29-05-92
		JP-B- 2062798	26-12-90
		JP-A- 60211287	23-10-85
		NL-A- 8500228	02-09-85
		US-A- 4669533	02-06-87
GB-A-1166941	15-10-69	DE-A- 1551459	19-03-70
		FR-A- 1516909	24-06-68
		NL-A- 6700193	10-07-67
		US-A- 3400757	10-09-68
EP-A-513705	19-11-92	DE-A- 4202791	12-11-92
		AT-T- 119269	15-03-95
		DE-D- 59201503	06-04-95
		ES-T- 2069341	01-05-95

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte: nales Aktenzeichen
PCT/DE 96/01205

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 F28D7/02 F28F9/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 F28D F28F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP,A,0 411 404 (WIELAND-WERKE AG) 6.Februar 1991 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,6,7,9, 10,14
X	US,A,3 643 733 (HALL ET AL) 22.Februar 1972 siehe Spalte 4, Zeile 39 - Spalte 5, Zeile 45; Abbildung 3 ---	1,6,7,9, 10,14
X	US,A,4 349 950 (BOWDEN) 21.September 1982 siehe Spalte 5, Zeile 67 - Spalte 8, Zeile 67; Abbildungen 1-5	1,2,6, 10,11
Y	---	5,13
Y	FR,A,2 558 945 (HEHL) 2.August 1985 siehe Seite 8, Zeile 21 - Seite 10, Zeile 30; Abbildungen 3,4 ---	5,13
	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8.Oktober 1996	11. 10. 96

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Beltzung, F

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte nales Aktenzeichen
PCT/DE 96/01205

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB,A,1 166 941 (HYMATIC ENGINEERING CO LTD) 15.Oktober 1969 siehe Seite 1, Zeile 61 - Seite 2, Zeile 16; Abbildung 1 ---	1,7
A	EP,A,0 513 705 (LINDER) 19.November 1992 siehe Spalte 3, Zeile 55 - Spalte 4, Zeile 30; Abbildung 1 -----	1,8

1

BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 96/01205

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP-A-411404	06-02-91	DE-A-	3925704	21-02-91
US-A-3643733	22-02-72	KEINE		
US-A-4349950	21-09-82	US-A-	4321963	30-03-82
FR-A-2558945	02-08-85	DE-A-	3403429	08-08-85
		AT-B-	391443	10-10-90
		CA-A-	1246051	06-12-88
		CH-A-	666342	15-07-88
		GB-A,B	2155166	18-09-85
		HK-A-	96292	11-12-92
		JP-C-	1666884	29-05-92
		JP-B-	2062798	26-12-90
		JP-A-	60211287	23-10-85
		NL-A-	8500228	02-09-85
		US-A-	4669533	02-06-87
GB-A-1166941	15-10-69	DE-A-	1551459	19-03-70
		FR-A-	1516909	24-06-68
		NL-A-	6700193	10-07-67
		US-A-	3400757	10-09-68
EP-A-513705	19-11-92	DE-A-	4202791	12-11-92
		AT-T-	119269	15-03-95
		DE-D-	59201503	06-04-95
		ES-T-	2069341	01-05-95

BEST AVAILABLE COPY